

# TEMPERATURE CONTROL METHOD, TEMPERATURE-REGULATED CHAMBER, AND PROJECTION ALIGNER

Publication number: JP2002124451 (A)

Publication date: 2002-04-26

Inventor(s): HAGIWARA TSUNEYUKI

Applicant(s): NIPPON KOGAKU KK

Classification:

- international: G03F7/20; H01L21/027; G03F7/20; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/027; G03F7/20

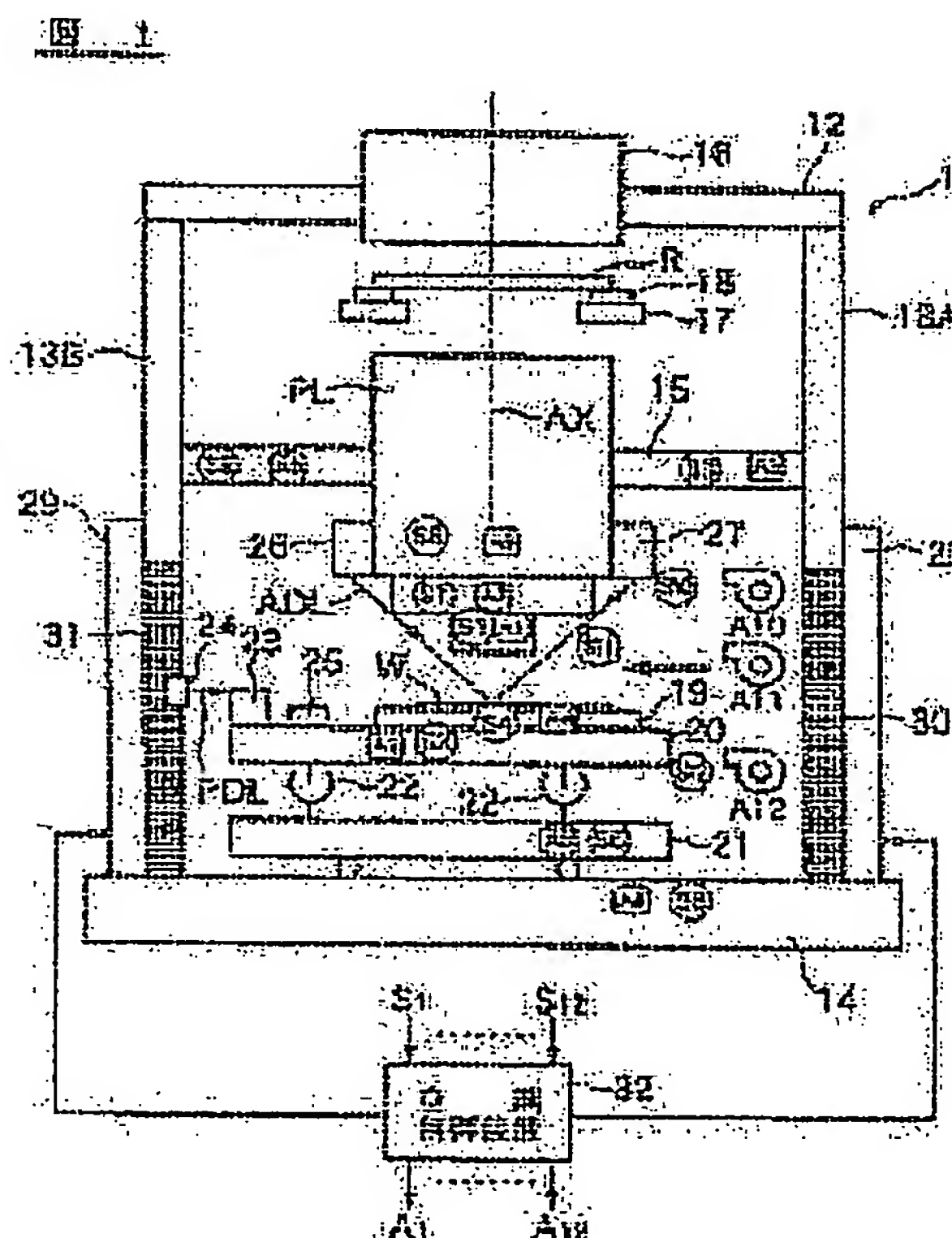
- European: G03F7/20T26

Application number: JP20000316118 20001017

Priority number(s): JP20000316118 20001017

## Abstract of JP 2002124451 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To inhibit generation of so-called variation in temperature inside a temperature-regulated chamber for accommodating a projection aligner and other devices. **SOLUTION:** Temperature is measured by sensors S1 to S12 at a plurality of different positions in a vertical direction in space inside a chamber 11, and temperature-regulating equipment A1 to A12 arranged corresponding to each of the sensors S1 to S12 is used so that temperature gradient in the vertical direction in the inner space becomes high and low at upper and lower sides, respectively, based on the measured result.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 チャンバの内部空間の温度制御方法であって、  
前記内部空間の鉛直方向に位置が異なる複数箇所でそれぞれ温度を計測し、  
該計測結果に基づいて前記内部空間の鉛直方向の温度勾配が上側が高く下側が低くなるように該内部空間の温度を調整することを特徴とする温度制御方法。

【請求項2】 チャンバと、  
前記チャンバの内部空間の鉛直方向に位置が異なる複数箇所に配設された温度計測装置と、  
前記内部空間の鉛直方向に位置が異なる複数箇所に配設された温度調整装置と、  
前記温度計測装置により計測された計測結果に基づいて、前記内部空間の鉛直方向の温度勾配が上側が高く下側が低くなるように前記温度調整装置を制御する制御装置とを備えたことを特徴とする温調チャンバ。

【請求項3】 マスクのパターンの像を投影光学系を介して基板に投影露光する露光本体部を備えた露光装置において、  
請求項2に記載の温調チャンバの内部に前記露光本体部を設けたことを特徴とする露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マスクのパターンの像を感光基板上に転写する露光装置、その他の温度管理を厳密に行う必要がある装置に関し、特に空調用のチャンバを備えた装置の該チャンバ内の温度を制御するための技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体素子、液晶表示素子、撮像素子（CCD等）、薄膜磁気ヘッドを含むマイクロデバイス等の製造に際しては、マスクとしてのレチクルのパターンを投影光学系を介してフォトリソが塗布された半導体ウエハやガラスプレート等の感光基板に露光転写するために露光装置が用いられる。

【0003】 感光基板は、露光処理を実施する前に、投影光学系の光軸に直交する面内でXY方向に位置決めされるとともに、その表面を投影光学系の像面に対して合わせ込むフォーカス・レベリング調整が行われる。感光基板のXY方向の位置決めは、該感光基板を保持するステージの位置を複数のレーザ干渉計により検出し、その検出結果に基づいて、露光すべきショット領域を投影光学系の投影領域に一致するように移動することにより行われる。また、感光基板の表面の投影光学系の像面に対する合わせ込みは、感光基板の表面に斜めに露光光の波長と異なる波長の検出光を照射し、その反射光を光電検出して、その検出結果が所定の基準に一致するように感光基板のZ方向（投影光学系の光軸に沿う方向）の位置及び傾きを自動調整するようにした斜入射光式のフォー

カス調整装置（AF装置）を用いて行われる。

【0004】 このような露光装置は、複数のレンズ等の光学素子群やその他の機構部を備えて構成され、周囲の温度変化により、倍率その他の結像特性が変化する。また、光学素子等への塵や埃等の付着を防止するために、周囲の環境は清浄である必要もある。このため、露光装置の主要部は、温度及び清浄度がコントロールされた温調チャンバの中に設置される。

【0005】 このようなチャンバ内の空調方法としては、チャンバの天井から投影光学系の光軸に平行（鉛直方向）に温度調節された空気を流すいわゆるダウンフロー型のもの、あるいは、チャンバの側壁から水平に温度調整された空気を流すいわゆるサイドフロー型のものが知られている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、一般に、感光基板を保持する基板ステージは投影光学系の下側に配置される。そして、投影光学系はその光学素子間の相対位置が結像特性に直接影響するため、フロリナート等の冷媒を循環させることにより一定温度に冷却されている。一方、感光基板を保持するステージは駆動機構等の発熱部を有しているとともに、感光基板に対する露光光の照射により発生する熱により周囲の温度が上昇する。

【0007】 このため、投影光学系と基板ステージの間及びその近傍の空間において、下側から上側に向かって温度が低くなる温度勾配が発生する。この温度勾配は、ダウンフロー型及びサイドフロー型の空調によって軽減はされるものの、従来の空調は一定温度に制御された空気を単にフロー供給するものであるから、上側が低く下側が高いという温度勾配は依然として生じたままである。

【0008】 このような上側が低く下側が高い温度勾配は、空気の対流を生じさせ、いわゆる陽炎現象によって温度揺らぎ（屈折率の変動）をもたらし、基板ステージの近傍には、レーザ干渉計やAF装置の検出光の光路が配置されているので、該検出光が不規則に屈折されてしまい、これらの検出値に誤差を生じ、感光基板の位置決めや姿勢制御に悪影響を与える。このため、精度の高いパターンの形成が行えない場合があるという問題があった。

【0009】 本発明はこのような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、露光装置、その他の装置を収容する温調チャンバ内部のいわゆる温度揺らぎの発生を抑制することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 以下、この項に示す説明では、本発明を、実施形態を表す図面に示す参照符号に対応つけて説明するが、本発明の各構成要件は、これら参照符号を付した図面に示す部材等に限定されるものではない。



【0011】上記目的を達成するための本発明の温度制御方法は、チャンバ(11)の内部空間の温度制御方法であって、前記内部空間の鉛直方向に位置が異なる複数箇所でそれぞれ温度を計測し、該計測結果に基づいて前記内部空間の鉛直方向の温度勾配が上側が高く下側が低くなるように該内部空間の温度を調整することを特徴とする。

【0012】図2に示すように、チャンバ11の内部空間に上側が低く下側が高い温度勾配が存在する場合には、例えば図中矢印で示すように空気の対流が発生し、空気の屈折率が動的に変動するいわゆる温度揺らぎ(空気揺らぎ)が発生し、光学的な計測等に重大な悪影響をもたらす。しかし、図3に示すように、チャンバ11の内部空間に上側が高く下側が低い温度勾配が存在する場合には、当該温度勾配に応じた静的な屈折率分布は生じるものの、空気の対流が生じないのでそのような温度揺らぎは発生しない。本発明では、温度勾配が上側が高く下側が低くなるようにチャンバの内部空間の温度を積極的に調整するようにしているので、かかる温度揺らぎの発生を抑制することができる。

【0013】上記目的を達成するための本発明の温調チャンバは、チャンバ(11)と、前記チャンバの内部空間の鉛直方向に位置が異なる複数箇所に配設された温度計測装置(S1～S12)と、前記内部空間の鉛直方向に位置が異なる複数箇所に配設された温度調整装置(A1～A12)と、前記温度計測装置により計測された計測結果に基づいて、前記内部空間の鉛直方向の温度勾配が上側が高く下側が低くなるように前記温度調整装置を制御する制御装置(32)とを備えたことを特徴とする。

【0014】本発明によると、温度計測装置の計測結果に基づいて温度調整装置を制御することにより、チャンバの内部空間の温度勾配を上側が高く下側が低くなるようにしたので、いわゆる温度揺らぎが発生することが少ない温調チャンバが提供される。

【0015】上記目的を達成するための本発明の露光装置は、マスク(R)の图案の像を投影光学系(PL)を介して基板(W)に投影露光する露光本体部を備えた露光装置において、前記温調チャンバ(11)の内部に前記露光本体部を設けたことを特徴とする。

【0016】本発明の露光装置によると、温度揺らぎの発生が抑制された温調チャンバ内に露光本体部を設けているので、露光本体部に備わるレーザ干渉計やAF装置等の検出系に当該温度揺らぎによる誤差を生じることが少なくなり、基板等の位置決めや姿勢制御を高い精度で行うことができるようになる。これにより、微細パターンを高精度で転写形成することができ、性能や信頼性の高いマイクロデバイス等を製造することができるようになる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態に係るチャンバを備えた露光装置について図面を参照して詳細に説明する。図1は本実施形態の投影露光装置の概略構成を示す図である。この露光装置はステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置である。

【0018】同図において、11は恒温チャンバ(温調チャンバ)であり、恒温チャンバ11は天板12及び側壁13A、13Bを有する箱状体であり、設置面上に設置された定盤14上に設置されている。恒温チャンバ11の内部には水平に隔壁15が設けられており、その内部空間が上部空間と下部空間に分割されている。

【0019】恒温チャンバ11内にはレチクルRに形成された图案の像を投影光学系PLを介して露光対象としてのウエハWに投影転写する露光本体部が収容されている。恒温チャンバ11は塵や埃等の粒子が露光本体部に付着するのを防止するとともに、恒温チャンバ11の内部空間を所定の温度範囲内となるように温度制御する装置である。恒温チャンバ11内では、通常のクリーンルームよりも精度の高い温度制御がなされており、例えば、クリーンルームの温度制御が $\pm 2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ の範囲であるのに対して、恒温チャンバ11内では $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 程度に保たれる。

【0020】不図示の光源から射出された露光光は照明光学系16によりレチクルRに導かれる。光源としては、KrFエキシマレーザ光源(発振波長248nm)又はArFエキシマレーザ光源(発振波長193nm)等が使用される。照明光学系16は詳細図示は省略しているが、ビーム整形光学系、エネルギー変調器、オブチカル・インテグレータ、照明系開口絞り、レチクルブラインド機構等を備えて構成される。

【0021】ビーム整形光学系はシリンダレンズやビームエキスパンダ等で構成され、後続のオブチカル・インテグレータ(ロットインテグレータ又はフライアイレンズ等であって、この実施形態ではフライアイレンズ)に効率よく入射するように露光光の断面形状を整形する。エネルギー変調器は、回転自在なレボルバ上に透過率(=1-減光率)の異なる複数個のNDフィルタを配置したものであり、そのレボルバを回転することにより、入射する露光光に対する透過率を100%から複数段階で切り換える。

【0022】エネルギー変調器から射出された露光光はフライアイレンズに入射する。フライアイレンズは、後続のレチクルRを均一な照度分布で照明するために多数の2次光源を形成する。フライアイレンズの射出面には照明系の開口絞り(いわゆる $\sigma$ 絞り)が配置され、その開口絞り内の2次光源から射出される露光光は、反射率が小さく透過率の大きなビームスプリッタによりその一部が分岐されて光量検出用のインテグレータセンサに入射される。

【0023】一方、ビームスプリッタを透過した露光光

は、リレーレンズ等を経て、複数のブラインドを有するレチクルブラインド機構の矩形の開口部を通過する。ブラインドは、レチクルRのパターン面に対する共役面の近傍に配置されている。また、ブラインドは露光光の光路に対して進退方向に可動となっており、露光光によるレチクルRの照明領域を可変できるようになっている。

【0024】レチクルブラインド機構を通過した露光光は、リレーレンズやコンデンサレンズ等を経て、レチクルステージ17上にレチクルホルダ18を介して吸着保持されたレチクルR上の矩形の照明領域を均一な照度分布で照明する。レチクルR上の照明領域内のパターンを投影光学系PLを介して投影倍率 $\alpha$  ( $\alpha$ は例えば1/4, 1/5等)で縮小した像が、フォトリソが塗布されたウエハW上の露光領域(ショット領域)に投影露光される。投影光学系PLは、その外周部上であって光軸方向の中央部にフランジを備え、隔壁15を貫通した状態でフランジにより露光装置本体の架台(不図示)に固定されている。

【0025】以下、投影光学系PLの光軸AXに平行な方向をZ方向とし、その光軸AXに垂直な平面内で、図1の紙面に垂直な方向をX方向、X方向に垂直な方向をY方向(図1の紙面に平行な方向)として説明する。

【0026】レチクルRの姿勢は、レチクルステージ17上に固定された移動鏡及びレーザ干渉計(いずれも不図示)により検出され、制御装置の指令に基づいて微調整されるようになっている。

【0027】一方、ウエハWはウエハホルダ19に吸着保持されており、ウエハホルダ19はZステージ20上に載置されている。Zステージ20はXYステージ21上に載置されている。XYステージ21は、X方向及びY方向にウエハWを移動し、その位置決めを行う。

【0028】Zステージ20は、複数のアクチュエータ(Z方向変位装置)22を介してXYステージ21上に載置されており、アクチュエータ22を駆動することによってウエハWのZ方向の位置及びXY平面に対するウエハWの傾斜角を調整することができるようになっている。Zステージ20上には移動鏡23が固定されており、該移動鏡23に対応する位置にレーザ干渉計24が設けられている。レーザ干渉計24は移動鏡23に対して検出光(レーザ光)PDLを射出し、該移動鏡23での反射光を検出することよりXYステージ21の位置(X座標、Y座標)を計測する。不図示の制御装置はこのレーザ干渉計24により計測された座標に基づいてXYステージ21を目標位置に位置決めする。

【0029】Zステージ20上のウエハWの近傍には、光電変換素子からなる照度むらセンサやレチクルRとウエハWの相対姿勢を整合させる際に使用されるフィジューショナルマークが形成された基準板25が取り付けられている。

【0030】ウエハWの表面の投影光学系PLの像面に

対する合わせ込みは、AF(オートフォーカス)装置によって行われる。AF装置はウエハWの表面に斜め方向からAF用の検出光ADLを照射する送光系26及び該検出光ADLのウエハWの表面での反射光を受光する受光系27を備えて構成される。

【0031】送光系26は、赤色又は赤外域に帯域を有するブロードバンドな光を射出する発光部、その他にスリット、レンズ、ミラー、開口絞り等を備えて構成され、スリット状に規定された検出光ADLをウエハWの表面に対して斜めに投射する。このとき当該スリットの像がウエハW上に結像される。そのスリット像の反射光ADLは、固定ミラー、レンズ、振動ミラー、角度可変の平行平板ガラス(プレーンパラレル)、検出用のスリット、当該スリットを透過してくるスリット像の光束を光電検出するフォトマルチプライヤ等を備えて構成される受光系27に入射される。

【0032】受光系27が出力する検波信号は、通常は、ウエハWの表面が投影光学系PLのベストフォーカスに一致しているときに零レベルとなるように設定されており、その状態からウエハWが光軸AXに沿って上方へ偏位しているときは正レベルとなり、逆方向に偏位しているときは負レベルとなるようなアナログ信号として出力される。制御装置は、検波信号が零レベルになるように、アクチュエータ22を適宜に駆動することにより、ウエハWの自動焦点合わせを行うことができる。

【0033】次に、このような露光本体部が収容される恒温チャンバ(温調チャンバ)11について詳述する。

【0034】この恒温チャンバ11はサイドフロー型の空調装置を備えている。空調装置は給気装置28及び排気装置29を備えて構成され、給気装置28の空気吹出口30は、恒温チャンバ11の一の側壁13Aの下部空間を構成する部分の上下に渡って配設されており、空気吹出口30から投影光学系PLの光軸に略直交する方向(水平方向)に沿って一定温度に制御された空気流が吹き出される。

【0035】給気装置28は、クリーンルーム内に浮遊する異物(ゴミ)、硫酸イオンやアンモニウムイオン等を除去するため、HEPA(またはULPA)フィルター、及びケミカルフィルターを備えており、恒温チャンバ11の内部空間にそのような異物が進入するのが防止されるようになっている。

【0036】一方、恒温チャンバ11の下部空間の上述した空気吹出口30に対向する側壁13Bの上下に渡って空気排出口31が配設されており、空気吹出口30から吹き出された空気流は水平方向に流れて空気排出口31から外部に排出されるようになっている。このような水平方向に流れる空気流により、それぞれの高さ位置に存在する発熱体等から放出される熱を恒温チャンバ11の外へ排出する。給気装置28及び排気装置29の作動は、マイクロコンピュータ等からなる空調制御装置32



により制御される。

【0037】また、恒温チャンバ11及び露光本体部には、複数の温度検出用のセンサ（温度計測装置）S1～S12及び温調器（温度調整装置）A1～A12が設けられている。

【0038】センサS1～S9は、当該センサS1～S9が取り付けられた部材の温度を検出するセンサであり、センサS1は投影光学系PLの鏡筒の先端部近傍の温度を、センサS2はZステージ20の温度を、センサS3は隔壁15の温度を、センサS4はウエハホルダ19の温度を、センサS5は定盤14の温度を、センサS6はXYステージの温度を、センサS7は投影光学系PLの鏡筒の先端部よりもやや上側の温度を、センサS8は投影光学系PLの鏡筒のAF装置26、27とほぼ同じ高さの部分の温度を、センサS9は、隔壁15の前記センサS3に対して投影光学系PLを挟んで対象な位置の温度をそれぞれ検出する。センサS10～S12は、恒温チャンバ11内の空間温度を検出するセンサであり、当該内部空間の上下方向に互いに異なる複数の位置の温度をそれぞれ検出する。

【0039】温調器A1～A9は当該温調器A1～A9が取り付けられた部材を加熱し又は冷却する装置であり、温調器A10～A12は当該温調器A10～A12の周囲の空間を加熱し又は冷却する装置である。温調器A1～A12は、例えば、発熱ヒータや冷却器を単独であるいは組み合わせたものを用いることができる。

【0040】また、温調器A1～A12としては、ペルチェ効果を利用して発熱又は吸熱するペルチェ素子を用いてもよく、あるいは加熱用又は冷却用の作動流体を循環させるものを用いてもよい。これらの組み合わせでも勿論よい。

【0041】温調器A1～A9はそれぞれセンサS1～S9に対応して当該センサS1～S9が取り付けられた部材に取り付けられている。温調器A10～A12はその周囲の空気の温度を調節する装置であり、センサS11～S12のそれぞれに対応してその高さとはほぼ同じ高さに配設されている。温調器A10～A12はファンを備えていてもよい。

【0042】各センサS1～S12の検出値は空調制御装置32に供給されており、空調制御装置32はこれらの各センサS1～S12の検出値に基づいて、温調器A1～A12の作動を制御する。即ち、空調制御装置32は各センサS1～S12の検出値から恒温チャンバ11の下部空間の上下方向の温度分布を求め、その温度分布が上側が高く下側が低くなるように、各温調器A1～A12により加熱又は冷却せしめる。恒温チャンバ11の下部空間が上側が高く下側が低い最適な温度勾配となるように各センサS1～S12について目標温度を、実験的にあるいは理論的に求めておき、当該温度となるように対応する温調器A1～A12をそれぞれフィードバック

ク制御するようにしてもよい。

【0043】恒温チャンバ11の内部空間の温度勾配の具体例としては、鉛直上方向に10mm当たり+0.1℃程度とすることができる。

【0044】本実施形態によると、温調チャンバ11内の各部に配設されたセンサS1～S12の検出値に基づいて、それぞれのセンサS1～S12に対応して配設された温調器A1～A12によりその近傍の温度を局所的に調節することにより、恒温チャンバ11の下部空間を上側が高く下側が低くなる温度勾配となるように制御するようにしたから、恒温チャンバ11の下部空間での空気の対流が防止される。従って、レーザ干渉計24の検出光PDLの光路やAF装置26、27の検出光ADLの光路上に温度揺らぎ（屈折率の動的変化）が発生することが少なくなり、その検出値の精度を向上することができる。

【0045】これにより、ウエハWのXY方向の位置決めやその表面の投影光学系PLの像面への合わせ込みを厳密に行うことができるので、ウエハW上に転写形成されるパターンの精度を向上することができ、ひいては高性能で高信頼はマイクロデバイス等を製造することができるようになる。

【0046】特に、本実施形態では、上述した上側が高く下側が低い温度勾配となるような温度制御に加えて、給気装置28及び排気装置29により恒温チャンバ11内の水平な一方向に空気の流れを与えるようにしているので、当該上側が高く下側が低い温度勾配である状態をより安定的に保つことができる。

【0047】なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。従って、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0048】例えば、上述した各センサS1～S12及び温調器A1～A12の設置位置や個数は、上述したものに限られず、他の位置や他の個数とすることができる。この場合に、各センサと温調器とは必ずしも1対1に対応している必要はなく、数個のセンサについて単一の温調器を設け、あるいはこれと逆に、単一のセンサについて数個の温調器を設けるようにしてもよい。

【0049】また、上述した実施形態では、恒温チャンバ11の隔壁15よりも下部の内部空間について、上側が高く下側が低い温度勾配となるような温度制御を行うようにしたが、該隔壁15よりも上部の内部空間をも含めて全体的に上側が高く下側が低い温度勾配とする当該温度制御を行うようにしてもよい。恒温チャンバ11の隔壁15よりも上部の空間と下部の空間のそれぞれについて、当該温度制御を行うようにしてもよい。さらに、恒温チャンバ11内のさらに小さい一部の空間につい

て、例えば、投影光学系P LとウエハWの間の部分を含む限られた空間について、当該温度制御を行うようにしてもよい。

【0050】上述した実施形態では、恒温チャンバ11の内部に供給する気体を空気であるものとして説明したが、他の気体であってもよい。特に、光源として遠紫外光を射出するものを用いるような場合には、空気中の酸素による吸収を防止するため、窒素又はヘリウムを用いることが望ましい。

【0051】また、上述した実施形態ではステップ・アップ・リピート方式の縮小投影型露光装置（ステッパ）を例にあげて説明したが、レチクルと基板とを同期移動させるステップ・アンド・スキャン方式の縮小投影型走査露光装置（スキャニング・ステッパ）、ミラープロジェクション方式やプロキシミティ方式等の露光装置にも同様に適用することができる。

【0052】さらに、上述した実施形態では露光用光源として、波長が248 nmのKrFエキシマレーザ又は波長が193 nmのArFエキシマレーザを用いるものとしたが、それ以外に、i線やg線、F<sub>2</sub>レーザ（波長157 nm）、Ar<sub>2</sub>レーザ（波長126 nm）、その他の光源を用いることができる。

【0053】F<sub>2</sub>レーザを光源とする露光装置では一例として、照明光学系や投影光学系に使われる屈折光学部材（レンズエレメント）は全て蛍石とされ、恒温チャンバ、照明光学系、及び投影光学系内の空気は、例えばヘリウムガスで置換される。また、レチクルは、蛍石、フッ素がドーブされた合成石英、フッ化マグネシウム、LiF、LaF<sub>3</sub>、リチウム・カルシウム・アルミニウム・フロライド（ライカフ結晶）又は水晶等から製造されたものが使用される。

【0054】なお、上記の光源の代わりに、例えば波長248 nm、193 nm、157 nmのいずれかに発振スペクトルを持つYAGレーザなどの固体レーザの高調波を用いるようにしてもよい。また、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム（又はエルビウムとイットリビウムの両方）がドーブされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。

【0055】例えば、単一波長レーザの発振波長を1.51～1.59 μmの範囲内とすると、発生波長が189～199 nmの範囲内である8倍高調波、又は発生波長が151～159 nmの範囲内である10倍高調波が出力される。特に発振波長を1.544～1.553 μmの範囲内とすると、193～194 nmの範囲内の8倍高調波、即ちArFエキシマレーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を1.57～1.58 μmの範囲内とすると、157～158 nmの範囲内の10倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザとほぼ同一波長となる紫外

光が得られる。

【0056】また、発振波長を1.03～1.12 μmの範囲内とすると、発生波長が147～160 nmの範囲内である7倍高調波が出力され、特に発振波長を1.099～1.106 μmの範囲内とすると、発生波長が157～158 nmの範囲内の7倍高調波、即ちF<sub>2</sub>レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。なお、単一波長発振レーザとしてはイットリビウム・ドーブ・ファイバーレーザを用いることができる。

【0057】投影光学系は縮小系だけでなく等倍系、又は拡大系（例えば、液晶ディスプレイ又はプラズマディスプレイ製造用露光装置など）を用いてもよい。更に投影光学系は、反射光学系、屈折光学系、及び反射屈折光学系のいずれを用いてもよい。

【0058】また、本発明は、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられる露光装置、液晶表示素子などを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、半導体素子の製造に用いられる、デバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、撮像素子（CCDなど）及びマイクロマシンなどの製造に用いられる露光装置、フォトマスクの製造に用いられる露光装置、DNAチップの製造に用いられる露光装置等にも適用することができる。

【0059】複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光本体部に組み込み光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージや基板ステージを露光本体部に組み込んで配線や配管を接続し、別途空調装置を有する恒温チャンバを組み立てて、当該露光本体部を当該恒温チャンバ内に設置し、さらに総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより本実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルーム内で行うことが望ましい。

【0060】半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいて、レチクルを製造するステップ、シリコン材料からウエハを製造するステップ、上述した実施形態の露光装置等を含むリソグラフィ・システムによりマスクのパターンをウエハに露光転写するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

【0061】尚、上述した実施形態では、本発明に係る露光装置、即ち、本発明に係る温度調整方法及びチャンバを露光装置に適用した場合について説明したが、チャンバ内に収容される露光装置以外の装置で、温度揺らぎの発生を抑制する必要がある、あらゆる装置について、本発明に係る温度調整方法及び本発明に係る温調チャンバを適用することができる。

【0062】

【発明の効果】本発明は、チャンバの内部空間を上側が

11

高く下側が低い温度勾配となるように温度制御するようにしたから、いわゆる温度揺らぎの発生が抑制されるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る露光装置の全体構成の概略を示す図である。

【図2】 温度揺らぎが発生する場合のチャンバ内の温度分布を示す図である。

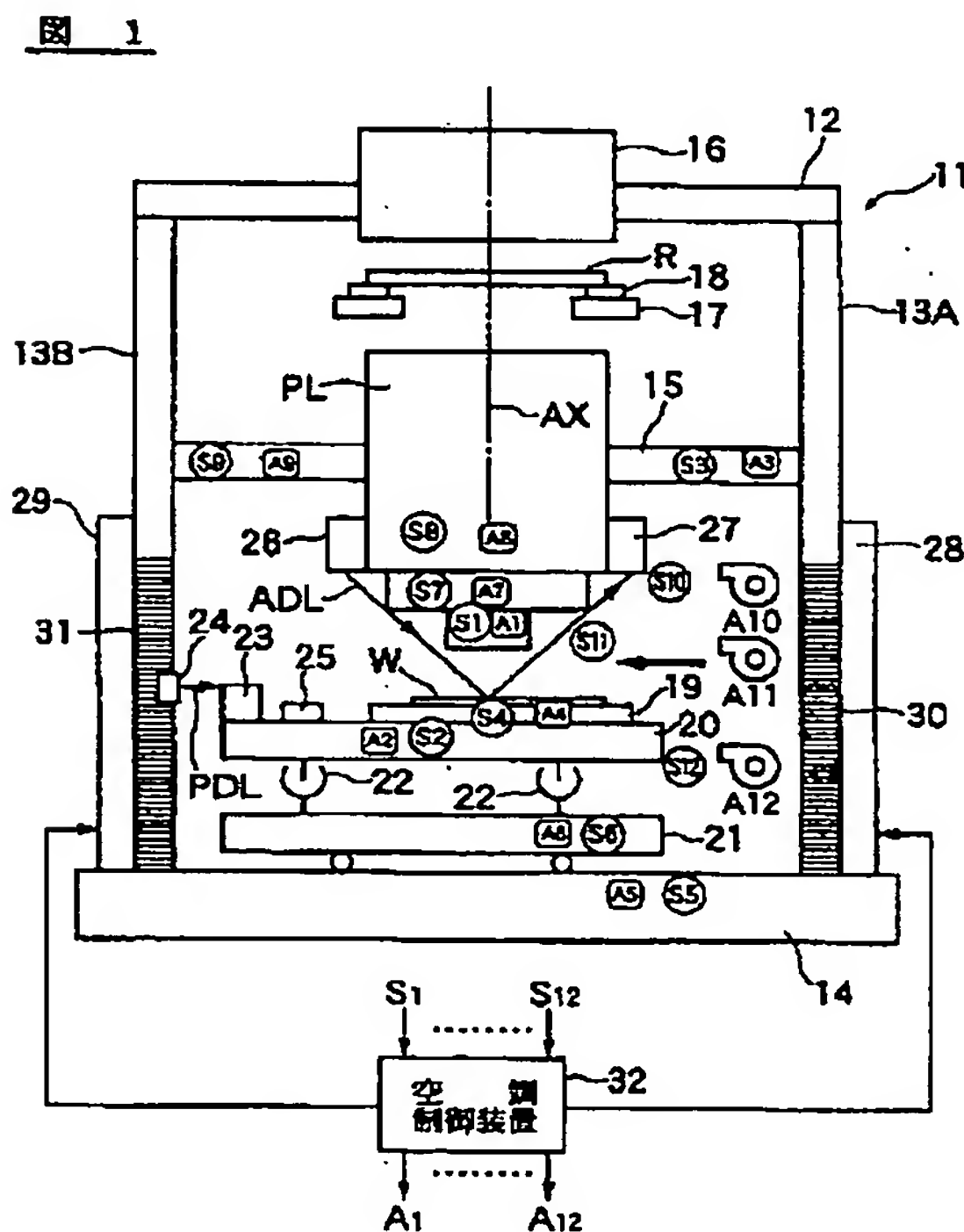
【図3】 温度揺らぎが発生しない場合のチャンバ内の温度分布を示す図である。

【符号の説明】

11… 恒温チャンバ (チャンバ)  
16… 照明光学系  
17… レチクルステージ  
20… Zステージ

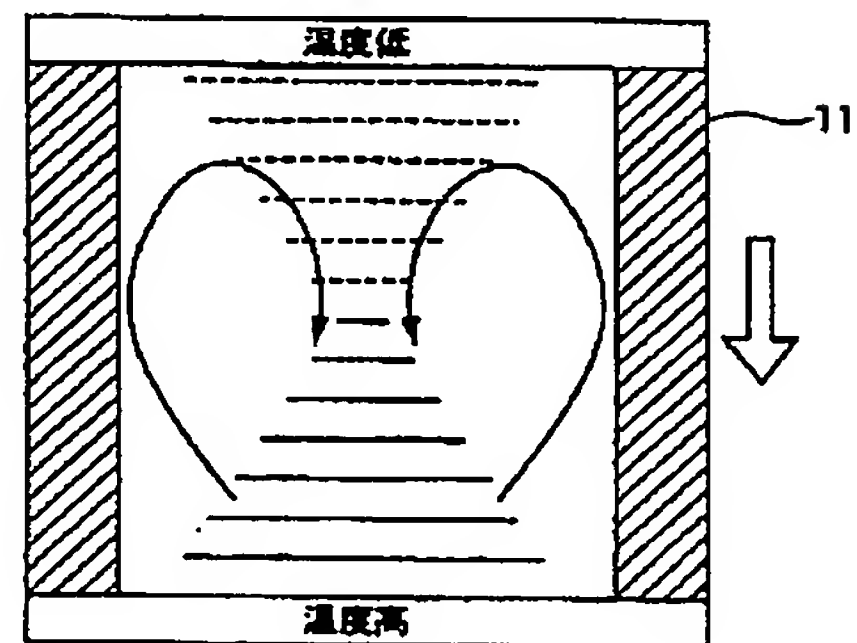
21… XYステージ  
22… アクチュエータ  
23… 移動鏡  
24… レーザ干渉計  
26… AF装置の送光系  
27… AF装置の受光系  
28… 給気装置  
29… 排気装置  
30… 吹出口  
31… 排出口  
32… 空調制御装置 (制御装置)  
R… レチクル  
W… ウエハ  
S1～S12… センサ (温度計測装置)  
A1～A12… 温調器 (温度調整装置)

【図1】



【図2】

図 2



【図3】

図 3

